

Изучение динамики образования кристаллов карбоната кальция путем экспериментального и математического моделирования

Латыпова Татьяна Викторовна

Киреев Виктор Николаевич

Башикирский государственный университет

Киреев Виктор Николаевич, к.ф.-м.н.

tkarpey@mail.ru

Одним из самых распространенных видов осложнений при эксплуатации нефтяных скважин является солеотложение на скважинном оборудовании [1]. Выпадение неорганических солей приводит к увеличению числа аварийного ремонта скважин, простоев скважин, уменьшению дебита нефти, удорожанию себестоимости нефти. Среди неорганических солей можно выделить такие соли, как карбонат кальция, магния, сульфат кальция, бария, кальция, хлорид натрия, встречающиеся во многих нефтедобывающих регионах Российской Федерации: Западная Сибирь, Башкирия, республика Татарстан, Пермь, Оренбург [2].

В работе [3], проделанной мной ранее, проведено экспериментальное исследование динамики образования кристаллов карбоната кальция при смешивании водных растворов солей хлорида кальция и карбоната натрия на микроуровне в каналах микрофлюидного устройства, который был изготовлен с помощью метода мягкой литографии (рис.1).

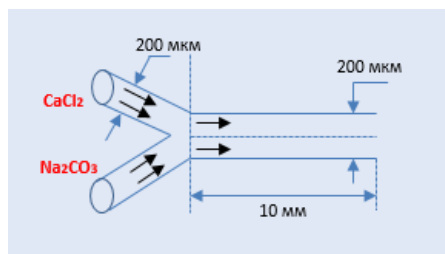


рис.1. Схематическое изображение геометрии микроканалов микрофлюидного устройства.

Для детального изучения влияния роста кристаллов на фильтрационные характеристики изготовлена модель, позволяющая регистрировать отдельные кристаллы. Данное микрофлюидное устройство уместается на предметном стекле и представляет собой систему из двух смыкающихся микроканалов шириной 200 мкм и высотой 100 мкм, через которые раздельно подаются растворы соли хлорида кальция и карбоната натрия с концентрацией 0,01 моль/л при постоянном расходе 2 мкл/мин (рис.2). Ячейка изготовлена из оптически прозрачных материалов – стекло и полимер полидиметилсилоксан, видеорегистрация велась на расстоянии 5 мм от места смешивания солей (отмеченная область на рис.2). Реагенты прокачивались через микроканал в течение 20 минут.

На рис.2 показаны изображения кристаллов карбоната кальция, в результате осажденные в микроканале. Во всех экспериментах наблюдались кристаллы двух типов. Кристаллы 1-го типа с четко выраженными гранями являются кристаллами кальцита, а поликристаллические образования округлой формы (тип 2) – ватеритом рис.3.

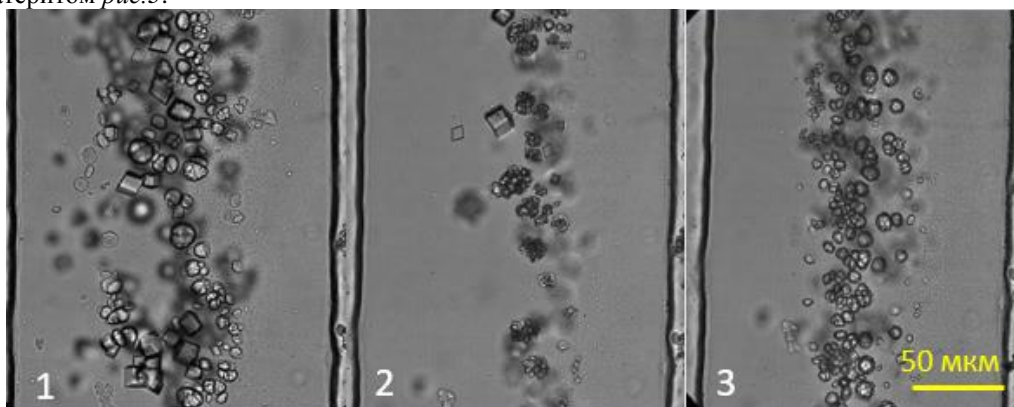


рис.2. Изображения кристаллов карбоната кальция, в результате осажденные в микроканале.

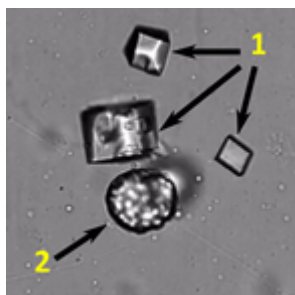


рис.3. Кристаллы карбоната кальция ватерит и кальцит.

Полученные изображения иллюстрируют возможность использования микрофлюидного устройства для получения, визуализации и анализа роста кристаллов карбоната кальция. Однако многочисленные эксперименты показывают плохую повторяемость для размера и количества кальцитов и ватеритов. Образование и скорость роста кристаллов сильно зависят от чистоты проводимого эксперимента [4]. Поэтому было принято решение создать математическую модель, позволяющую провести численные эксперименты с варьированием всеми переменными, определяющими процесс, и получить максимальную воспроизводимость результатов. Разработана нестационарная двухмерная конвективно-диффузионная модель, которая решается численно методом контрольного объема [5]. Компьютерная программа написана на языке Object Pascal в среде разработки Lazarus.

Список публикаций:

- [1] Канзафаров Ф.Я. и др. Влияние солеотложения на процесс коррозии эксплуатационных колонн добывающих скважин //Вестник ЦКР Роснедра. – 2013. – №. 1.
- [2] Исаева Г.Ю. Разработка методики и модели компьютерного прогнозирования процесса солеотложения в нефтяных пластах при заводнении //Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.15.06. – Москва, 2000. – 163 с.
- [3] Карпей Т.В. Исследование кристаллообразования карбоната кальция в водном растворе//Материалы конференции Двадцать третья Всероссийская научная конференция студентов-физиков и молодых ученых. – Екатеринбург, 2017.– 166 с.
- [4] Yashina A., Meldrum F., deMello A. Calcium carbonate polymorph control using droplet-based microfluidics //Biomicrofluidics. – 2012. – Т. 6. – №. 2. – С. 022001.
- [5] Патанкар С.В. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. – 1984. – 152 с.

Экспериментальное исследование влияния электромагнитной обработки нефти на величину отложений парафина и АСПО на внутренних стенках нефтепроводов

Мухарьмова Гульшат Ильдаровна

Башкирский государственный университет

Ковалева Лиана Ароновна

gulshat-karimova-1993@mail.ru

Две трети запасов нефти в России являются трудно извлекаемыми с осложненной реологией, высокой плотностью, высоким содержанием парафинов и асфальтенов. При транспортировке и хранении таких нефтей, одной из ключевых проблем, вызывающих осложнения в работе технологического оборудования, являются асфальтосмолистые и парафиновые отложения (АСПО) [1,2].

Накопление АСПО в нефтепроводах и оборудовании насосных станций приводит к резкому падению производительности трубопроводной системы – увеличению величины необходимого для транспортировки нефти давления и уменьшению производительности перекачки. На сегодняшний день в промышленности применяется множество методов борьбы с АСПО (Рис 1). Принципиально эти методы делятся на превентивные (предотвращение отложений) и непосредственную борьбу с уже выпавшими отложениями [3,4].

Известно, что борьба с АСПО весьма затратный и трудоемкий процесс, поэтому экономичнее не допускать, либо минимизировать количество отложений в трубопроводных системах путем применения превентивных методов. Данная работа посвящена исследованию физического превентивного метода борьбы с АСПО – электромагнитной обработке.

В рамках экспериментальных исследований была произведена электромагнитная обработка полями высокой (13,56 МГц) и сверхвысокой частоты (2,4 ГГц) нескольких сортов нефти, с последующим моделированием процесса перекачки этих нефтей по нефтепроводам.